

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-301207

(43)Date of publication of application : 30.10.2001

(51)Int.Cl.

B41J 2/205

B41J 2/045

B41J 2/055

(21)Application number : 2000-125635

(71)Applicant : KONICA CORP

(22)Date of filing : 26.04.2000

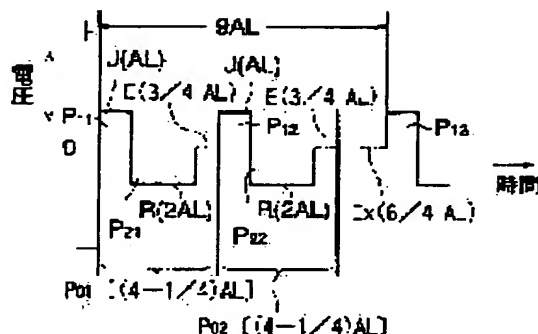
(72)Inventor : KITAMI AKIKO
ASANO KAZUO

(54) INK DROP EJECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve the problems of a conventional ink drop ejector being driven with a drive pulse having a period based on an integer times of AL when a single super drop is formed of a plurality of subdrops that subdrops are not combined easily during flight to form a deformed image and that a drive circuit is costly.

SOLUTION: When the ink drop ejector is driven with such a waveform as the pulse width (period) of the negative voltage of a drive pulse for flying subdrops is shorter than an integer times of AL, a plurality of subdrops are combined during flight without fail and a pixel of intended density and gray scale can be formed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

19.09.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-301207
(P2001-301207A)

(43)公開日 平成13年10月30日(2001. 10. 30)

(51)IntCl ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
B 4 1 J	2/205	B 4 1 J	3/04
	2/045		1 0 3 X
	2/055		2 C 0 5 7
			1 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2000-125635(P2000-125635)

(22)出願日 平成12年4月26日(2000. 4. 26)

(71)出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72)発明者 北見 亜紀子

東京都日野市さくら町1番地コニカ株式会
社内

(72)発明者 浅野 和夫

東京都日野市さくら町1番地コニカ株式会
社内

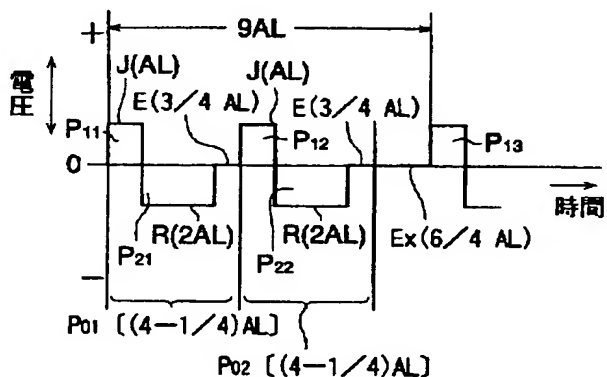
Fターム(参考) 2C057 AF39 AG45 AM15 AM21 AR08
BA05 BA14 CA01 CA04

(54)【発明の名称】 インク滴噴射装置

(57)【要約】

【課題】 従来、複数のサブドロップで1個のスーパードロップを形成する場合、ALの整数倍に基づく周期の駆動パルスで駆動していたため、サブドロップが飛翔中に合体し難く、変形した画素を形成する問題や駆動回路のコストが掛かるなどの問題点があった。

【解決手段】 サブドロップを飛翔させる駆動パルスの負電圧のパルス幅(期間)がALの整数倍より短い波形で駆動することにより、駆動パルスの電圧を変えずに、複数のサブドロップが常に飛翔中に合体し、目的とする濃度、階調、の画素形成が可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 インクチャンネルと、前記インクチャンネルの容積を変化させる電気・機械変換手段と、インクを吐出するノズルとを有するインク滴噴射装置の前記電気・機械変換手段に対して、前記インクチャンネルの容積を拡大する第1パルスと、該第1パルスに続き、前記インクチャンネルの容積を縮小する第2パルスとを有する駆動パルスが印加されてインク滴を飛翔させるインク滴噴射装置であって、前記第1パルスの幅を実質的に前記インクチャンネルのAL（音響的共振周期の二分之一）とした前記駆動パルスが、前記インクチャンネルの一つに連続して印加されることによって、前記ノズルから連続して複数のインク滴を吐出して高濃度の画像を形成するインク滴噴射装置において、1個のインク滴を吐出する前記駆動パルスの周期が前記ALの整数倍から実質的に外れていることを特徴とするインク滴噴射装置。

【請求項2】 前記第2パルスが実質的に前記ALの整数倍であることを特徴とする請求項1に記載のインク滴噴射装置。

【請求項3】 前記第2パルスが実質的に前記ALの2倍であることを特徴とする請求項2に記載のインク滴噴射装置。

【請求項4】 前記駆動パルスは前記第1パルス、前記第2パルス及び前記第2パルスに続くゼロ電圧の期間からなり、前記ゼロ電圧の期間が前記ALの整数倍に実質的に等しくないことを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のインク滴噴射装置。

【請求項5】 インクチャンネルと、前記インクチャンネルの容積を変化させる電気・機械変換手段と、インクを吐出するノズルとを有するインク滴噴射装置の前記電気・機械変換手段に対して、前記インクチャンネルの容積を拡大する第1パルスと、該第1パルスに続き、前記インクチャンネルの容積を縮小する第2パルスとを有する駆動パルスが印加されてインク滴を飛翔させるインク滴噴射装置であって、

前記第1パルスの幅を実質的に前記インクチャンネルのAL（音響的共振周期の二分之一）とした前記駆動パルスが、前記インクチャンネルの一つに連続して印加されることによって、前記のノズルから連続して複数のインク滴を吐出して高濃度の画像を形成するインク滴噴射装置において、前記第2パルスの幅が前記ALから実質的に外れていることを特徴とするインク滴噴射装置。

【請求項6】 前記第2パルスの幅が1ALよりも実質的に長く、2ALよりも実質的に短いことを特徴とする請求項5に記載のインク滴噴射装置。

【請求項7】 前記駆動パルスが前記第1パルス、前記第2パルス及びゼロ電圧の期間からなり、前記ゼロ電圧の期間が前記1ALよりも実質的に長く2ALよりも実質的に短いことを特徴とする請求項6に記載のインク滴

噴射装置。

【請求項8】 前記駆動パルスの周期が実質的に前記ALの整数倍であることを特徴とする請求項5～7のいずれか1項に記載のインク滴噴射装置。

【請求項9】 連続して印加される前記駆動パルスの前記第1パルスの電圧は互いに実質的に等しいことを特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載のインク滴噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はノズルを有する多数のインクチャンネルを構成したインク滴噴射装置に関する。

【0002】

【従来の技術】インク滴噴射装置は種々の方式が提案されているが、その一つに剪断モードインク滴噴射装置があり、図1及び図2は1例として特開平10-272771号公報に記載されているインク滴噴射装置の例を示す図である。図1で1はインクチューブ、2はノズル形成部材、3はノズル、4はインクによって形成されるインクメニスカス、Sは電気・機械変換手段としての側壁、6はカバープレート、7はインク供給口、8は基板である。そして、図2に示すようにインク流路であるインクチャンネルAは側壁Sとカバープレート6及び基板8によって形成されている。またノズルは各インクチャンネルに形成されているが、図2の一部では省略してある。

【0003】図1には1個のノズルを有する1個のインクチャンネルの断面図が示されているが、実際の剪断モードインク滴噴射装置Hでは、図2(a)に示すようにカバープレート6と基板8の間には複数の側壁S、即ち、S1、S2・・・Sn+1で隔てられたインクチャンネルA、即ち、A1、A2、・・・Anが多数構成されている。インクチャンネルA1、A2、・・・Anの一端はノズル形成部材2に形成されたノズル3につながり、他端は供給口7を経て、インクチューブ1によって図示されていないインクタンクに接続されていて、ノズル3にはインクによるインクメニスカス4を形成している。そして、例えば側壁S1には密着形成された電極Q1、Q2、と側壁S2に密着形成された電極Q3、Q4が設けられている。図2(b)に示すように、例えば、電極Q1をアースに接続し、電極Q2に図7(a)に示すような、波高値V1、幅Jで正電圧の第1パルスP1、波高値V2、幅Rで負電圧の第2パルスP2及びゼロ電圧の期間Eからなる駆動パルスP0を印加する。図7の駆動パルスP0は電圧V1とV2の絶対値が等しい。同様に、電極Q4をアースに接続し、電極Q3に駆動パルスP0を印加すると、以下述べる動作によってインク滴をノズル3から飛翔する。図7(a)に示すように、横軸に時間を取り、縦軸には駆動パルスの電圧をとって、インクチ

ャネルA1、A2、・・・の音響的な共振周波数の逆数の二分の一（ $1/2$ ）をAL（時間）とすると、通常、駆動パルスP0において、第1パルスP1の幅Jは実質的にALに等しく、続く第2パルスP2の幅Rは実質的に2ALに等しく、ゼロ（アース）電圧の期間Eの幅が実質的にALの整数倍（例えば1AL）に等しく構成されている。このような駆動パルスP0の構成によって、インクチャネルA1、A2、・・・が効率よく作動し、インクの飛翔速度が最大となる。ALはインクチャネルの長さに対応している。

【0004】側壁S1、S2、・・・は図2（a）の矢印で示すように分極方向が異なる2個の圧電材料から成る側壁S1a、S2a、・・・とS1b、S2b、・・・とから構成されていて、駆動パルスを印加することによって変形して作動するアクチュエータを構成する。電極Q2及びQ3に駆動パルスが印加されない時は図2

（a）のように側壁S1、S2は変形しないが、第1パルスP1が電極Q2及びQ3に印加されると、圧電材料の分極方向に直角な方向の電界が生じ、側壁S1a、S1bとともに側壁の接合面にズリ変形を生じ、また側壁S2a、S2bも同様に反対方向にズリ変形を生じて、図2（b）に示すように側壁S1a、S1b及び側壁S2a、S2bは互いに外側に向けて変形し、この例ではインクチャネルA1の容積を拡大する。次に、図2（c）に示すように、続く第2パルスP2により側壁S1a、S1b及びS2a、S2bは互いに逆方向に変形して、インクチャネルA1の容積は急激に縮小して、インクチャネルA1内の圧力が変化する。この動作によってインクチャネルA1を満たしているインクの一部によるノズル3内のインクメニスカス4を変化させ、インク滴をノズル3から飛翔する。各インクチャネルも同様に駆動パルスの印加によって動作し、インク滴を吐出する。

【0005】前記のようにインクチャネルA1の側壁S1及びS2が変形の動作をすると、隣のインクチャネルA2が影響を受けるため、通常、例えば、A1、A4、A7・・・を同一周期のパルスで駆動し、次の周期でA2、A5、A8・・・を駆動する方法が行われている。

【0006】上記インク滴の飛翔はインクチャネルの音響的共振（以下共振と記す）を利用して、最初に正電圧の第1パルスP1によってインクチャネル容積を拡大し、続く第2パルスP2によってインクチャネル容積を縮小させてインク滴を飛翔させる方法が用いられている。即ち、第1パルスP1の幅JをインクチャネルA1、A2、・・・の共振周期の二分の一（ $1/2$ ）であるALに、第2パルスP2の幅Rを2ALに、電圧ゼロの期間Eの長さをALの整数倍に、それぞれ実質的に等しくすることにより、インクの飛翔効率を高めることが行われている。

【0007】また、インク滴の飛翔によってノズル3及びインクチャネルA1、A2、・・・内のインク量は減

少するが、該インク量の減少分はノズル3とインクの毛细管力によってインク供給口7からインクチャネルA1、A2、・・・へインクが補給される。こうして第1のインク滴を飛翔した後、第2のインク滴の飛翔までにインクが補給されて、インクメニスカスは元のインクが飛翔していない時の状態（静止状態）に復帰していて、安定して次のインクが飛翔される。

【0008】上記のようにインクは飛翔して画像を形成するが、階調画像や高濃度の画像を詳細に形成するために、1個のインクチャネルに連続して駆動パルスを複数回印加し、複数のインク滴を飛翔させ、該複数のインク滴が記録紙上に着弾する前、即ち飛翔中に合体し、着弾時点では一つの画素を形成することによって、画素を埋めるドットを拡大したり、1画素に複数のインク滴を着弾させることにより、階調や高濃度の画素を形成することによって、高画質な画像を形成する方法が使用されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】前記複数のインク滴が飛翔中に合体して一つの画素を形成する場合、該複数の個々のインク滴をサブドロップSD、該複数のサブドロップSDが飛翔中に合体して構成されるインク滴をスーパードロップUDと記すことにする。

【0010】既に述べたように、複数のサブドロップSDを飛翔中に合体させてスーパードロップUDを形成するには、基本的に最初の第1サブドロップSD1が飛翔する速度より、第2サブドロップSD2が飛翔する速度の方が速くないと飛翔中に合体することは困難である。従って、第3サブドロップSD3・・・SDnと順次高速にする必要がある。しかし、第1パルスP1と第2パルスP2とゼロ期間E（長さ1AL）を基本単位とする駆動パルスP0で駆動すると、各サブドロップは個々に分離して飛翔する傾向があり、飛翔中にサブドロップの合体が難しく、スーパードロップを形成するのが不安定になるという問題がある。また、1画素を形成する複数のインク滴が互いに離れて着弾し、画素が乱れるという問題がある。

【0011】そこで、図7（b）に示すように、第1サブドロップSD1を飛翔させるための駆動パルスP01の第1のパルスP11の正電圧値+V1及び第2パルスP12の負電圧値-V1に比べ、第2のサブドロップSD2を飛翔させるための駆動パルスP02の第1パルスP12の電圧+V2と、第2パルスP22の電圧-V2の各値を、それぞれ+V2>+V1、-V2<-V1となるように絶対値の大きい電圧値で駆動する。そうすると、第2サブドロップSD2は第1サブドロップSD1より高速で飛翔し、飛翔中に合体する。以下同様に、第3サブドロップSD3・・・SDnに対し、順次大きい絶対値の電圧で駆動することによって、各サブドロップを飛翔中に合体させてスーパードロップを形成する方法が実施されて

いる。

【0012】しかし、この方法はアナログ的に変化する電圧の回路が必要になり、駆動回路が複雑となってコストがかかり、また駆動パルスの制御も複雑となるなどの問題点がある。

【0013】本発明は、上記問題点を解決して、駆動回路を複雑化したり、制御を複雑化することなく、各サブドロップを飛翔中に確実に合体させ、目的とするスーパードロップを形成するインク滴噴射装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の目的は、以下に示す発明によって達成される。

【0015】1. インクチャンネルと、前記インクチャンネルの容積を変化させる電気・機械変換手段と、インクを吐出するノズルとを有するインク滴噴射装置の前記電気・機械変換手段に対して、前記インクチャンネルの容積を拡大する第1パルスと、該第1パルスに続き、前記インクチャンネルの容積を縮小する第2パルスとを有する駆動パルスが印加されてインク滴を飛翔させるインク滴噴射装置であって、前記第1パルスの幅を実質的に前記インクチャンネルのAL（音響的共振周期の二分の一）とした前記駆動パルスが、前記インクチャンネルの一つに連続して印加されることによって、前記ノズルから連続して複数のインク滴を吐出して高濃度の画像を形成するインク滴噴射装置において、1個のインク滴を吐出する前記駆動パルスの周期が前記ALの整数倍から実質的に外れていることを特徴とするインク滴噴射装置。

【0016】2. 前記第2パルスが実質的に前記ALの整数倍であることを特徴とする前記1に記載のインク滴噴射装置。

【0017】3. 前記第2パルスが実質的に前記ALの2倍であることを特徴とする前記2に記載のインク滴噴射装置。

【0018】4. 前記駆動パルスは前記第1パルス、前記第2パルス及び前記第2パルスに続くゼロ電圧の期間からなり、前記ゼロ電圧の期間が前記ALの整数倍に実質的に等しくないことを特徴とする前記1～3のいずれか1項に記載のインク滴噴射装置。

【0019】5. インクチャンネルと、前記インクチャンネルの容積を変化させる電気・機械変換手段と、インクを吐出するノズルとを有するインク滴噴射装置の前記電気・機械変換手段に対して、前記インクチャンネルの容積を拡大する第1パルスと、該第1パルスに続き、前記インクチャンネルの容積を縮小する第2パルスとを有する駆動パルスが印加されてインク滴を飛翔させるインク滴噴射装置であって、前記第1パルスの幅を実質的に前記インクチャンネルのAL（音響的共振周期の二分の一）とした前記駆動パルスが、前記インクチャンネルの一つに連続して印加されることによって、前記のノズルから連続して

複数のインク滴を吐出して高濃度の画像を形成するインク滴噴射装置において、前記第2パルスの幅が前記ALから実質的に外れていることを特徴とするインク滴噴射装置。

【0020】6. 前記第2パルスの幅が1ALよりも実質的に長く、2ALよりも実質的に短いことを特徴とする前記5に記載のインク滴噴射装置。

【0021】7. 前記駆動パルスが前記第1パルス、前記第2パルス及びゼロ電圧の期間からなり、前記ゼロ電圧の期間が前記1ALよりも実質的に長く2ALよりも実質的に短いことを特徴とする前記6に記載のインク滴噴射装置。

【0022】8. 前記駆動パルスの周期が実質的に前記ALの整数倍であることを特徴とする前記5～7のいずれか1項に記載のインク滴噴射装置。

【0023】9. 連続して印加される前記駆動パルスの前記第1パルスの電圧は互いに実質的に等しいことを特徴とする前記1～8のいずれか1項に記載のインク滴噴射装置。

【0024】

【発明の実施の形態】本発明においては、二つの駆動方法により、複数のサブドロップを連続吐出してスーパードロップを形成し、飛翔させることができる。

【0025】第1の方法はサブドロップSDを飛翔させるための駆動パルスP₀が、音響的共振周期の二分の一であるALの3倍よりも実質的に長く、且つ、ALの整数倍に実質的に等しくない周期でアクチュエータを駆動する方法である。第2の方法は、パルス幅Rが実質的にALの整数倍に等しくない第2パルスを有する駆動パルスP₀による駆動で、サブドロップSDを飛翔させる方法である。

【0026】このような本発明の実施の形態の機械的な構成の一例は図1、2に示すものであるが、他の例として、図3、4、5、6に示すものがある。

【0027】図3はインク滴噴射装置の模式図である。図1に示す部品と同一の部品は同一の符号を付す。

【0028】図3におけるLはインクチャンネルAの長さであり、インクチャンネルAの音響的共振周期の二分の一ALは、 $AL \equiv L/AC$ で表される。ACはインクチャンネル内の圧力波の速度である。なお、インクチャンネルAの長さは図7（b）の幾何学的な長さにぴったり一致するものではなく、インクチャンネルAの実効的な長さである。前記式中の \equiv はこのような意味を加味している。

【0029】インクチャンネルAの音響的共振周期ALは、インク滴噴射装置の電気・機械変換手段に矩形波を印加して出射するインク滴の速度を測定し、矩形波の電圧値を一定にして矩形波のパルス幅を変化させたときに、液滴速度が最大になるパルス幅として求められる。

【0030】図3に示すインク滴噴射装置のインクチャンネルの配列及び駆動パルスの印加時における各インクチ

チャンネルの作動を図4に示す。

【0031】インクチャンネルA1、A2、A3、・・・は空隙として形成されたエアチャンネルDを挟んで形成され、インクチャンネルA1、A2、A3、・・・を形成する側壁には電極Qaが形成され、エアチャンネルDを形成する側壁には電極Qdが形成される。電極Qaに図示しない駆動回路によりパルスP₁、P₂が印加される。

【0032】先ず、図4(b)に示すように、第1段階として、インクチャンネルA1、A2、A3、・・・の容積を拡大する正電圧+VのパルスP₁が電極Qaに印加される。次いで、図5(a)に示すように、インクチャンネルA1、A2、A3、・・・の容積を縮小する負電圧-VのパルスP₂が電極Qaに印加される。

【0033】このように、パルスP₁とP₂からなる駆動パルスを電極Qaに印加することにより、インクチャンネルA1、A2、A3、・・・からインク滴が飛翔する。

【0034】図6(a)(b)は前述のインクチャンネルA1、A2、A3、・・・の駆動における電極Qa、Qdの電圧を示す。図6(a)(b)から明らかなように、この駆動においては、電極Qaに正のパルスP₁と負のパルスP₂が印加される。

【0035】インクチャンネル駆動方法として次に説明する他の方法がある。図6(c)(d)は該他の方法における電極QaとQdの電圧を示し、この方法においては、図6(c)(d)に示すように、正電圧のパルスP₁を電極Qaに印加する一方、電極Qdに正電圧のパルスP₂を図示しない駆動回路によって印加する。

【0036】インクチャンネルA1、A2、A3、・・・の容積の拡大は前記の図6(a)に示す場合と同様に行われ、インクチャンネルA1、A2、A3、・・・の容積を縮小する駆動段階においては、図5(b)に示すように、エアチャンネルの電極Qdに+V正電圧を印加することにより、電極Qaに負電圧を印加した図5(a)の場合と同様な駆動を行っている。

【0037】図5(b)と図6(c)(d)に示す駆動方法は正電圧のパルスを用いて駆動できる点で回路の設計有利である。

【0038】(1)実施の形態1

前記第1の駆動方法を2個のサブドロップSD1、SD2によって1個のスーパードロップUDを形成する場合を例に説明する。本実施の形態においては、図9及び図10に示すように、サブドロップSD1、SD2、SD3を駆動する駆動パルスP₀₁、P₀₂、P₀₃の電圧は相互に実質的に等しいが、後の説明から明らかなように、安定してスーパードロップUDを形成することができる。

【0039】図8はスーパードロップUDを形成し、飛翔させる場合の駆動パルスの基本波形と対比して、本発明におけるスーパードロップを形成し、飛翔させる駆動パルスの波形を示した図であり、横軸に時間を取り、縦軸には駆動パルスの電圧をとってある。

【0040】なお、第1パルスは前述のように、インクチャンネルAの容積を拡大するパルスであり、第2パルスは前記第1パルスに続いて印加され、インクチャンネルAの容積を縮小するパルスであり、第1パルスと第2パルスは駆動パルスを構成する。

【0041】既に述べたように、駆動パルスP₀の基本波形はインクチャンネルAの音響的な共振周波数の逆数の1/2をAL(時間)としたとき、幅ALの第1パルスP₁₁、それに続く幅2ALの第2パルスP₂₁及び電圧ゼロの期間E(長さAL)からなる長さ4ALの駆動パルスP₀₁と、幅ALの第1パルスP₁₂、幅2ALの第2パルスP₂₂及び長さALの電圧ゼロの期間Eからなる長さ4ALの駆動パルスP₀₂とを連続してインクチャンネルAに印加してサブドロップSD1とSD2を形成している。

【0042】このような基本波形の駆動パルスによるインクチャンネルAの駆動では、第1サブドロップSD1に第2サブドロップSD2を確実に合体させることが困難であり、本発明の発明者は、スーパードロップを安定して形成することができる駆動方法を探求し、サブドロップの駆動パルスの周期を4AL(ALの整数倍)を中心に種々変化させてインクチャンネルAを駆動して、サブドロップの飛翔間隔と飛翔速度の関係を測定した。その結果の一例として2個のサブドロップの場合の測定結果を図14に示す。実験では、駆動パルスの第1パルス、第2パルスの電圧を各周期間で同一にしている。

【0043】図14は横軸に駆動パルスの周期を変えたことにより変化したサブドロップの飛翔間隔(μs)をとり、これに対する縦軸に第1サブドロップSD1と第2サブドロップSD2の飛翔速度をとって測定したものである。そして、図14ではALが4.8μsであるから、横軸「4AL」で示す矢印の点が4AL=19.2μsであり、この点から左側の領域では第1サブドロップSD1よりも第2サブドロップSD2が高速で飛翔することが明らかとなった。これは駆動パルスの周期を4ALよりも短くしたときに、第2サブドロップSD2をより高速で飛翔させることができることを示す。

【0044】また、前記駆動パルスの周期を6ALよりも短くしたときにも同様の効果が得られることが確認された。

【0045】実験結果によれば、駆動パルスP₀₁は図9に示すように、幅JがALの第1パルスP₁₁、それに続く幅Rが2ALの第2パルスP₂₁及び第2パルスP₂₁に続く長さ(3/4)ALの電圧ゼロの期間Eにより構成し、第1サブドロップSD1を吐出する駆動パルスP₀₁と、第2サブドロップSD2を吐出する駆動パルスP₀₁と同様な構成の駆動パルスP₀₂とをそれぞれ幅[(4-1/4)AL]を有する駆動パルスとして形成するとともに、駆動パルスP₀₂に続いて長さ6/4ALの電圧ゼロの期間Exを設けてスーパードロップUD1を形成す

る、即ち、 $9AL$ の期間でスーパードロップUD1を形成するときに、スーパードロップを安定して形成することができて最良の結果を得た。なお、1個のスーパードロップUD1を形成する期間に関しては、 $9AL$ 以外の値とすることも可能である。

【0046】この方法で3個のサブドロップで1個のスーパードロップを形成する場合には、図10に示すように、前記 $(4-1/4) \times AL$ の周期で駆動パルス P_{01} 、 P_{02} 、 P_{03} と3パルス連続して印加した後、更に $(4+3/4) \times AL$ のゼロ電圧の期間 E_x が経過した時点で、2個目のスーパードロップUD2を形成する駆動パルス P_{04} を印加する。即ち、 $16AL$ の期間で1個のスーパードロップUD1を形成し、飛翔させている。

【0047】なお、スーパードロップUDを形成する期間は、休止期間 E_x の設定如何により変わり、休止期間 E_x は $(n+3/4)AL$ とすることができ、この休止期間 E_x に従って、1個のスーパードロップを形成する期間は $(12+n)AL$ となる。

【0048】図14に示す実験結果から、サブドロップを形成する駆動パルス P_0 の周期が $(2n+1)AL < P_0$ の周期 $< 2(n+1)AL$ のときに、良好なスーパードロップが形成されることが判明した。

【0049】(2)実施の形態2

前記第2の方法については、3個のサブドロップSD1、SD2、SD3によって1個のスーパードロップUDを形成する場合を例に説明する。本実施の形態においても、図12及び図13に示すように、サブドロップSD1、SD2、SD3を駆動する駆動パルス P_{01} 、 P_{02} 、 P_{03} の電圧を相互に実質的に等しくしているが、後の説明から明らかなように、安定してスーパードロップUDを形成することができる。

【0050】図11にサブドロップSD1、SD2、SD3を形成する駆動パルスの基本波形を示す。

【0051】サブドロップSD1を飛翔するために、幅Jが AL の第1パルス P_{11} 、それに続く幅Rが $2AL$ の第2パルス P_{21} 、第2パルス P_{21} に続く長さ AL の電圧ゼロの期間Eからなる駆動パルス P_{01} を印加する。同様に、サブドロップSD2、SD3を形成し飛翔させるために、駆動パルス P_{01} と同様な構成の駆動パルス P_{02} 、 P_{03} をそれぞれ印加する。駆動パルス P_{01} 、 P_{02} 、 P_{03} の周期は図示のように $4AL$ である。そして、長さ $4AL$ の電圧ゼロの期間 E_x を駆動パルス P_{03} の後に設けることにより、第1のスーパードロップUD1を形成する期間を $16AL$ とする。

【0052】図11に示す駆動パルスによりスーパードロップを形成し飛翔させた場合に、サブドロップSD1、SD2、SD3の合体が安定して行われなかった。

【0053】本発明の発明者は、スーパードロップを安定して形成することができる駆動方法を探索し、サブドロップを吐出する駆動パルスの負パルスの幅を変化させ

てインクチャネルAを駆動し、パルス幅とサブドロップの飛翔速度の関係を測定した。その結果を、3個のサブドロップを飛翔させた場合を例に図15に示す。

【0054】図15は横軸に駆動パルス P_0 のパルス幅R(パルス幅、 μs)をとり、縦軸に第1サブドロップSD1と第2サブドロップSD2と第3サブドロップSD3の飛翔速度をとっている。図11では AL が $4.8\mu s$ であるから、横軸上「 $2AL$ 」で示す矢印の点が $2AL=9.6\mu s$ であり、この時点から左側の領域では第1サブドロップSD1より第2サブドロップSD2が高速で飛翔し、更に該第2サブドロップSD2より第3サブドロップSD3がより高速で飛翔することが明らかとなった。実験では、駆動パルスの第1パルス、第2パルスの電圧を各周期間で同一にしている。この実験結果から、図8に示すように、駆動パルス P_{01} の第1パルス P_{11} の幅Jが AL で、続く第2パルス P_{21} の幅Rを $2AL$ (AL の整数倍)より短い $(2-1/3) \times AL$ とし、続いてゼロ電圧の期間Eが $(4/3) \times AL$ とする場合が最良の結果が得られた。この場合、駆動パルス P_{01} の周期は $4AL$ である。そして、サブドロップSD1、SD2、SD3を吐出し、スーパードロップUD1を形成する期間は図示のように、駆動パルス P_{01} 、 P_{02} 、 P_{03} の後に長さ $4AL$ の電圧ゼロの期間を E_x を設けることにより $16AL$ となる。

【0055】なお、休止期間 E_x は $n \times AL$ とすることができ、この休止期間 E_x に対応して、1個のスーパードロップを形成する期間を $(12+n)AL$ に設定することができる。

【0056】また、第2の方法で2個のサブドロップで1個のスーパードロップを形成する例を図12に示す。図13の駆動の場合には、上記 $4AL$ 周期の駆動パルス P_{01} 、 P_{02} を2パルス連続して印加し、駆動パルス P_{02} に続いて長さ $1AL$ の電圧ゼロの期間 E_x を設けることにより、 $9AL$ で1個のスーパードロップUD1を形成する。この場合にも、1個のスーパードロップUD1を形成する期間に関しては、 $9AL$ 以外の値に設定することが可能である。

【0057】更に、実施の形態1、2では、第1パルス P_{11} の電圧の絶対値と第2のパルス P_{21} の電圧の絶対値を等しくしているが、第1のパルス P_{11} の電圧の絶対値と第2のパルス P_{21} の電圧の絶対値を等しくしないように設定することも可能である。この場合にも、連続する駆動パルスの第1のパルス P_{1n} の値については、互いに等しくすることが望ましい。

【0058】

【発明の効果】請求項に記載の発明により、アクチュエータに複数の駆動パルスを連続して印加して、複数のサブドロップを連続してノズルから吐出することにより、スーパードロップを形成して高濃度の画像を形成する場合に、飛翔中におけるサブドロップの合体によるスーパ

ードロップの形成が安定して行われ、高い画質の画像を形成することが可能になる。また、複数のサブドロップにより記録材上で1画素を構成する場合にも、制御された画素形成が行われて高い画質の画像を形成することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】インク滴噴射装置のインクチャンネルにインク流路に沿った断面図である。

【図2】インク滴噴射装置のインクチャンネルのインク流路を横切る断面図である。

【図3】インク滴噴射装置の模式図である。

【図4】インク滴噴射装置のインクチャンネルの配列を示す図である。

【図5】インクチャンネルの作動を示す図である。

【図6】駆動パルスを示す図である。

【図7】従来の駆動パルスの波形を示した図である。

【図8】スーパードロップを形成する駆動パルスの基本波形を示す図である。

【図9】本発明の実施の形態1における駆動パルスの波形を示す図である。

【図10】本発明の実施の形態1における駆動パルスの波形を示す図である。

【図11】スーパードロップを形成する駆動パルスの基

本波形を示す図である。

【図12】本発明の実施の形態2における駆動パルスの波形を示す図である。

【図13】本発明の実施の形態2における駆動パルスの波形を示す図である。

【図14】2個のサブドロップの飛翔の測定結果を示す図である。

【図15】3個のサブドロップの飛翔の測定結果を示す図である。

【符号の説明】

1 インクチューブ

3 ノズル

4 インクメニスカス

7 インク供給口

8 基板

A、A1、A2 インクチャンネル

H インク滴噴射装置

P0、P01、P03 駆動パルス

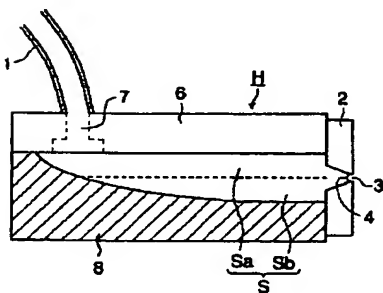
P1、P11、P12、P13、P14 第1パルス

P2、P21、P22、P23 第2パルス

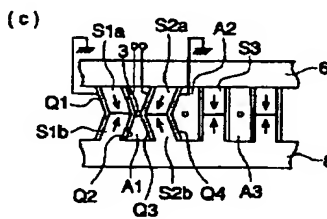
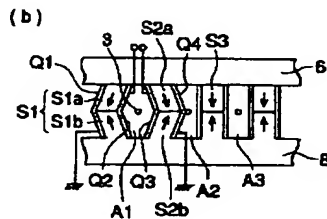
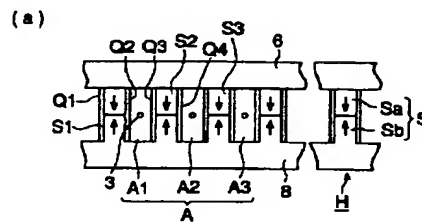
SD1、SD2 サブドロップ

UD1、UD2 スーパードロップ

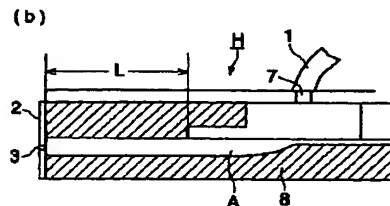
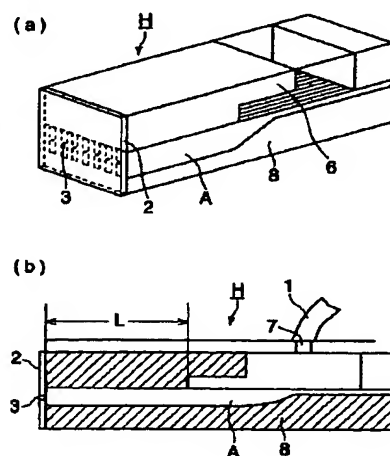
【図1】



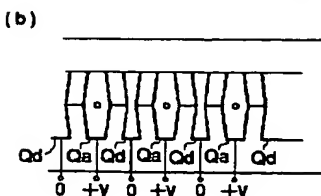
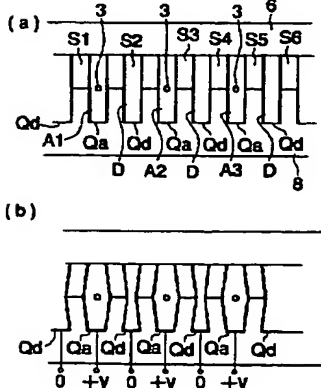
【図2】



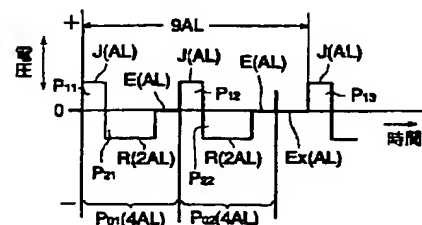
【図3】



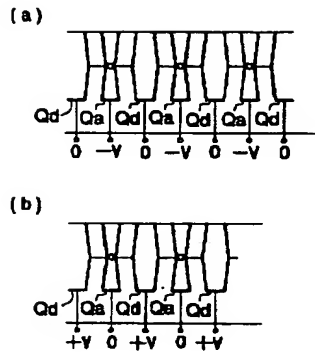
【図4】



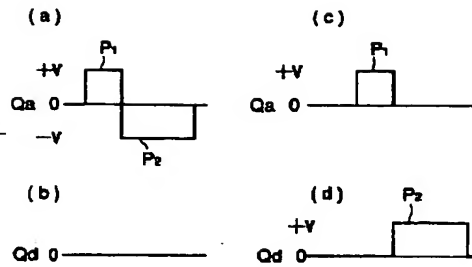
【図8】



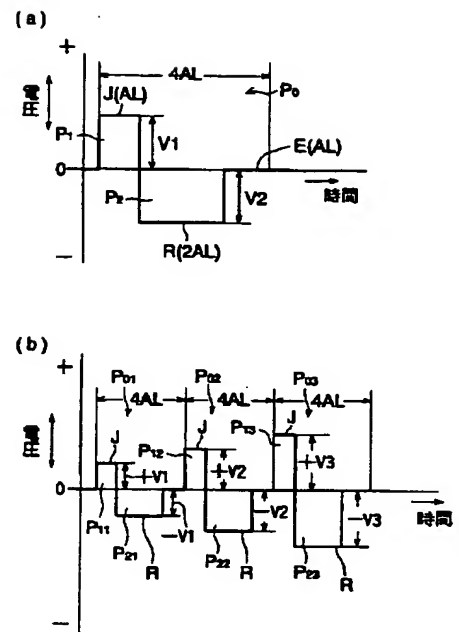
【図5】



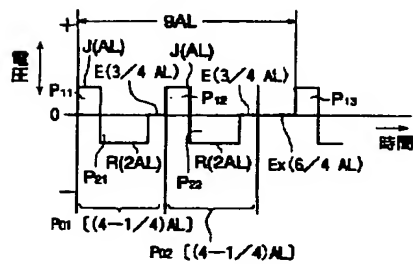
【図6】



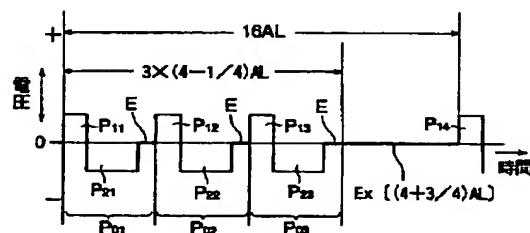
【図7】



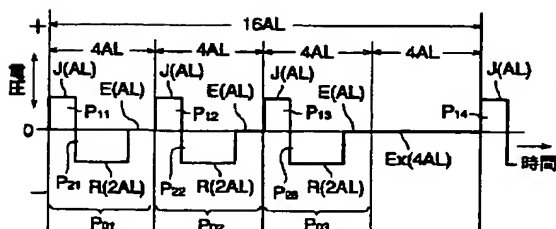
【図9】



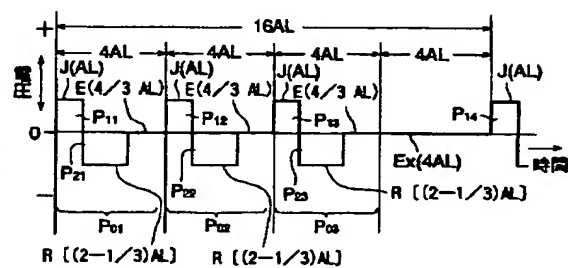
【図10】



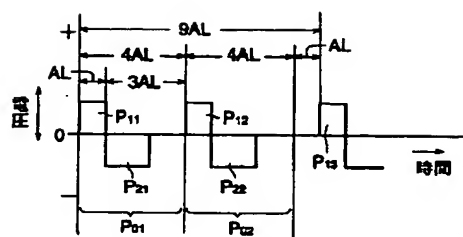
【図11】



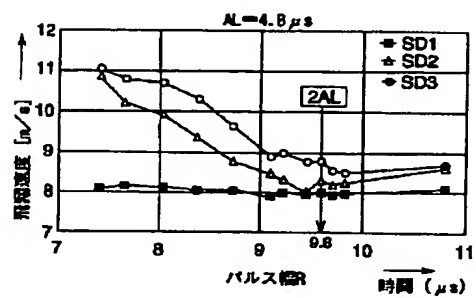
【図12】



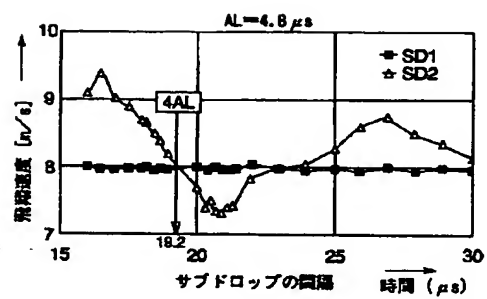
【図13】



【図15】



【図14】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.